IX ČAS RAČUNSKIH VEŽBI

VAZDUH- KVALITET VAZDUHA

Čist vazduh je smeša gasova, koja sadrži:

- 78,0 % azota (N_2),
- 20,1 % kiseonika (O_2),
- 0,9 % argona (Ar),
- 0,03 % ugljen-dioksida (CO_2),
- 0,002 % neona (Ne),
- 0,0005 % helijuma (He).

U prirodi nema apsolutno čistog vazduha!

Ako se čistim vazduhom smatraju sve navedene komponenete u određenom procentualnom odnosu, sve ostale komponente bi činile zagađivače!

Koji su glavni zagađivači vazduha?

Postoji više podela i kriterijuma za vrste, kategorije zagađivača vazduha. Jedna od podela je prema veličini čestica koje čine zagađivače.

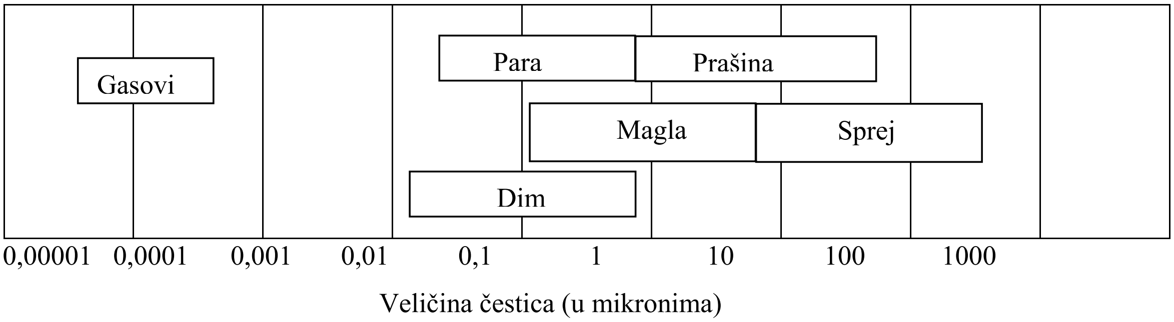
U glavne zagađivače vazduha ubrajaju se **čestice u vazduhu**.

Čestice se mogu podeliti na:

- prašinu, koju čine čvrste čestice koje mogu fine čestice uglja, pepela, cementa. Čestice koje se ubrajaju u prašinu imaju dimenziju od 100 μ u dijametru.
- paru, takođe može imati čestičnu prirodu, a najčešće nastaje kao proizvod kondenzacije para tokom sublimacije, destilacije, kalcinacije ili hemijskih procesa. Čestice dima imaju dimenzije od 0,03 do 0,3 μ u dijametru.
- maglu, takođe ima čestičnu prirodu i nastaje kondenzacijom pare. Dimenzije magle su od 0,5 do 3,0 μ u dijametru.
- dim, nastaje kao proizvod nedovršenog sagorevanja. Čestice dima imaju dimenzije od 0,05 do 1 μ u dijametru.
- sprej, nastaje atomizacijom tečnosti. Sprej se izdvaja pod dejstvom gravitacije.

U tabeli 1 data je približna veličina svih čestica koje čine zagađivače vazduha.

Tabela 1. Podela zagađivača vazduha prema dimenziji



Pored čvrstih čestica, značajni su **gasoviti zagađivači** vazduha.

U tabeli 2 navedeni su svi gasovi koji se smatraju ozbiljnim zagađivačima vazduha, njihova hemijska formula, značajne karakteristike i uticaj (sa aspekta zagađenja vazduha).

Naziv zagađivača	Hemijska formula	Značajne karakteristike	Uticaj na zagađenje
Sumpor-dioksid	SO_2	Bezbojan gas, zagušljiv	Štetan za zdravlje, vegetaciju, stvari
Sumpor-trioksid	SO_3	Lako se rastvara u vodi	Izrazito korozivan
Vodonik-sulfid	H_2S	Miris na pokvarena jaja pri niskim koncentracijama, bez mirisa pri visokim koncentracijama	Jako otrovan
Azot-monoksid	N_2O	Bezbojan gas	Relativno inertan
Azot(II)oksid	NO	Bezbojan gas	Nastaje u toku sagorevanja
Azot (IV)oksid	NO_2	Narandžasto-braon boje	Glavna komponenta smoga
Ugljenmonoksid	CO	Bezbojan gas, bez ukusa	Otrovan; nastaje kao proizvod nepotpunog sagorevanja
Ugljendioksid	CO_2	Bezbojan gas, bez ukusa	Nastaje kao proizvod potpunog sagorevanja; (Green house gas) GHG
Ozon	O_3	Izrazito reaktivan	Štetan za vegetaciju
Ugljovodonici	CxHy ili HC	Mnoge	Mnoge
Metan	CH_4	Zapaljiv, bez ukusa i mirisa	GHG
Hlorofluorokarbonati	CFC	Slabo reaktivan, dobrih toplotnih svojstava	/

Veoma je prisutna podela gasovitih zagađivača na primarne i sekundarne.

Pod primarnim zagađivačima smatraju se svi koji potiču iz određenog izvora. U primarne zagađivače ubrajaju se : **SO_2, CO, NO_x, SO_x, čestice, ugljovodonici i metali.**

Pod sekundarnim zagađivačem smatra se gas koji nastaje hemijskom reakcijom u atmosferi. U sekundarne zagađivače ubrajaju se: **O_3, fotohemijski oksidanti i oksidovani ugljovodonici.**

Prema EU, USA i WHO propisima kritični zagađivači su: **CO, NO_2, O_3, SO_2, PM-10, (particulate matter prečnika <10 μm) i olovo.**

MERENJA I IZRAŽAVANJE KOLIČINE, ODNOSNO KONCENTRACIJE GASOVA.

Koncentracija gasa (zagađivača) se može izraziti preko:

- ppm-a (zapremina zapremina v/v odnos)
- ppb-a (zapremina/zapremina v/v odnos)
- mg/m^3
- mg/Nm^3

Nm^3-normalni kubni metar, pri standardnoj temperaturi od 0 ºC i pritisku od 1013 mbar (1 atm). Normalni kubni metar važno je definisati u slučaju da je temperatura emisije gasa iznad temperature u atmosferi, i tada gas ne zauzima 22,4 dm^3 (L). Pri drugim temperaturama i pritiscima, koji nisu normalni, potrebno je izvršti odgovarajuće korekcije!

Pri normalnim uslovima (t=0 ºC, p=101,3 kPa) 1 mol gasa zauzima 22,4 L.

Pri nestandardnim uslovima:

$$1\ \text{mol} = 22{,}4 \cdot \frac{T}{273K} \cdot \frac{101kPa}{P}$$

T-temperatura u K,

P-pritisak u kPa.

ZADACI:

1. Ako je temperatura nekog gasa a) 25 ºC
b) 1000 ºC,

odrediti zapreminu koju zauzima 1 mol ovog gasa.

Rešenje:

a) 24,5 L

b) 104,5 L

Očigledno da je važno poznavati uslove pri kojima dolazi do emisije gasova!

2. Odrediti godišnju proizvodnju, nastanak NO_x, gasa koji nastaje emisijom iz 50 000 vozila u Nišu, ako je brzina emisije NO_x 2 g/km po vozilu. Pretpostaviti da svako vozilo godišnje pređe oko 20 000 km.

Rešenje: 2.000 tona NO_x

3. 1974 godine automobil je prelazio prosečno 3000 km/mesečno. Prema nekim merenjima utvrđeno je da je emisija, odnosno koncentraciju ugljovodonika (HC) 3,4 g/km, a ugljen-monoksida (CO) 30 g/km. Odrediti emisiju HC i CO na godišnjem nivou (1974).

Rešenje:

Godišnja emisija HC: 122,4 kg/godišnje

Godišnja emisija CO: 1080 kg/godišnje

4. Odrediti ukupnu emisiju ugljovodonika po stanovniku (HC) u gradu koji ima 1 milion stanovnika ako:

1. 300 000 vozila čija je godišnja kilometraža oko 12 000 km emituje 1 g/km CH,
2. je godišnja potrošnja farbe po stanovniku 2 L/godini, a sadržaj CH u svakoj litri farbe je 1 kg,
3. je godišnja potrošnja CH od raznih hemikalija, deterdženata, rastvarača 1 kg po stanovniku.

Rešenje:

Ukupno (1+2+3)=6 600 tona, odnosno 6,6 kg po čoveku godišnje (*per capita*)

5. Za merenje koncentracije i količine čestica u gasu koji se emituje iz dimnjaka koriste se filtri. Čist filtar, pre upotrebe, imao je masu od 10, 00 g. 24 časa nakon postavljanja filtra na dimnjak, masa filtra je bila 10,10 g. Protok vazduha na početku i na kraju merenja bila je 0,5 odnosno 0,2 m^3/s. Odrediti koncentraciju čestica u gasu koji se emituje iz dimnjaka (u $\mu g/m^3$).

Rešenje: Koncentracija čestica u gasu koji se emituje je: **3,31 $\mu g/m^3$**

6. Za merenje koncentracije i količine čestica u gasu koji se emituje iz dimnjaka koriste se filtri. Čist filtar, pre upotrebe, imao je masu od 18,00 g. 24 časa nakon postavljanja filtra na dimnjak, masa filtra je bila 18,60 g. Protok vazduha na početku i na kraju merenja bila je 0,7 odnosno 0,9 m^3/s.

a) Odrediti zapreminu vazduha koja je prošla kroz filtar u toku 24 časa.
b) Odrediti koncentraciju čestica u gasu koji se emituje iz dimnjaka (u $\mu g/m^3$).

Rešenje:

Koncentracija čestica u gasu koji se emituje je **8,68 $\mu g/m^3$**

7. Odrediti masu čestica na filtru ako je srednji protok vazduha kroz filtar 0,7 m^3/s, a koncentracija čvrstih čestica 20 $\mu g/m^3$. Pretpostaviti da su merenja trajala 24 časa.

Rešenje:

Masa čestica na filtru: **1,21 g**

KVALITET VAZDUHA U ZATVORENOM PROSTORU
"INDOOR AIR QUALITY"

Kvalitet vazduha u unutrašnjim prostorijama, u zatvorenom prostoru veoma je značajan sa zdravstvenog aspekta jer savremeno stanovništvo provodi veći deo vremena u unutrašnjim prostorijama.

Zagađen unutrašnji vazduh izaziva brojne poremećaje, od iritacije očiju i vida, do glavobolja, suzenja, kašljanja, lupanja srca, vrtoglavice i drugih brojnih simptoma koji su posledica zagađenog vazduha. Najpoznatiji unutrašnji zagađivači vazduha su:

- azbest, koji potiče od premaza koji su otporni na vatru i vinilnih podova,
- ugljen-monoksid, proizvod sagorevanja (pušenja, grejanja prostora, pećnice i rerne),
- formaldehid, koji potiče od tepiha, premaza sa crepa i pločica,
- čestice, koje potiču od pušenja, kamina, prašine,
- oksidi azota, koji potiču od peći na gas,
- ozon, koji potiče od fotokopir mašina,
- radon, oslobađa se iz zemljišta,
- sumpor-dioksid, iz grejača koji rade na kerozin,
- isparljiva organska jedinjenja, koja su proizvod pušenja, boja, lakova, rastvarača, kuvanja.

Iako se vazduh često menja ("provetrava") matematički se može izračunati i odrediti "promena vazduha" u nekom prostoru preko sledeće formule:

$$A=\frac{q}{V}$$, gde su: A-broj promena vazduha na sat, h^{-1},
q-protok vazduha, m^3/h,
V-zapremina prostorije, m^3.

Pored promene vazduha može se odrediti i količina zagađivača u prostoru koji se može izbaciti, prema sledećoj formuli:

$Q = c\cdot A\cdot V$, gde su: Q –količina zagađivača koja napušta prostoriju, mg/h
c-koncentracija zagađivača u prostoriji, mg/m^3,
A-broj promena vazduha na sat, h^{-1},
V-zapremina prostorije, m^3.

Zagađivač u prostoriji nastaje i izvor iz kog se emituje se može okarakterisati preko jačine izvora, S a izražava se u mg zagađivača koji se emituje na čas.
Tada se koncentracija zagađivača u prostoru izračunava kao:

$c=S/(A\cdot V)$, gde su: S –jačina izvora zagađenja, mg/h
c-koncentracija zagađivača u prostoriji, mg/m^3,
A-broj promena vazduha na sat, h^{-1},
V-zapremina prostorije, m^3.

ZADACI:

1. Mala prostorija se korsiti za kopiranje i postoji opravdana briga da je nivo ozona u prostoriji zbog kopir mašine iznad dozvoljenog nivoa, ako se prostorija retko provetrava. Zapremina sobe je 25 m^3 i

preporučeno je da se soba provetrava 30 puta na sat. Kojim protokom je potrebno da se prostorija ventilira?

Rešenje: **750 m^3/h**

2. U prostoriji (5 x 5 x 3 m) se nalaze pušači koji u svakom trenutku troše jednu cigaretu. Ako je moć emisije svake cigarete 86 mg/h CO i ako se prostorija provetrava na svakih 0,2 h, kolika je koncentracija CO u prostoriji?

Rešenje: **5,73 mg/m^3**